

## RADIATION RESISTANCE MEASURING DEVICE

**Publication number:** JP62280700

**Publication date:** 1987-12-05

**Inventor:** MATSUMOTO KUNIO; MATSUI KIYOSHI

**Applicant:** HITACHI LTD

**Classification:**

- **International:** G01R31/26; G01R31/00; G01R31/30; G01T1/36;  
G21K3/00; G21K5/02; G01R31/26; G01R31/00;  
G01R31/28; G01T1/00; G21K3/00; G21K5/02; (IPC1-7):  
G01R31/26; G01R31/30; G01T1/36; G21K5/02

- **European:**

**Application number:** JP19860123342 19860530

**Priority number(s):** JP19860123342 19860530

[Report a data error here](#)

Abstract not available for JP62280700

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

## ⑰ 公開特許公報 (A)

昭62-280700

⑯ Int.Cl.<sup>4</sup>

G 21 K 5/02  
 G 01 R 31/26  
     31/30  
 G 01 T 1/36

識別記号

府内整理番号

⑮ 公開 昭和62年(1987)12月5日

Z-7807-2G  
 H-7359-2G  
 Z-7807-2G  
 A-8406-2G

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑯ 発明の名称 放射線耐量測定装置

⑰ 特願 昭61-123342

⑰ 出願 昭61(1986)5月30日

⑰ 発明者 松本邦夫 横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑰ 発明者 松井清 横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑰ 出願人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

⑰ 代理人 弁理士 小川勝男 外1名

## 明細書

## 1. 発明の名称

放射線耐量測定装置

## 2. 特許請求の範囲

1. 真空室内に設置された放射線源からの放射線を、エネルギー減衰フィルターを介在させ若しくは介在させずに試料に照射する放射線耐量測定装置において、

少くとも1つの放射線源と、

減衰量零を含む少くとも1つのエネルギー減衰フィルタと、

前記放射線源並びに前記フィルタ各々の切替手段と、

前記放射線源から前記フィルタを通過した後の減衰放射線スペクトル分布データを記憶するメモリー回路と、所望のスペクトル分布を設定する基準回路とを有し、該基準回路の信号に従い、前記メモリー回路の信号に基づいて、前記切替手段を制御する制御手段とを設けたことを特徴とする放射線耐量測定装置。

## 2. 特許請求の範囲 第1項記載の放射線耐量測定装置において、

前記メモリー回路の信号は、真空室内に設けられた放射線検出器並びに放高分析器及び前記制御手段により合成されたことを特徴とする放射線耐量測定装置。

## 3. 発明の詳細な説明

## 〔産業上の利用分野〕

本発明は半導体装置の測定装置に係り、特に、半導体装置の耐放射線耐量を測定するのに好適な測定装置に関する。

## 〔従来の技術〕

半導体装置は年々高集積化、高速化が図られ、その記憶保持電荷量や動作電流及び電圧等が減少する傾向にある。しかし、このことは半導体装置自身の放射線耐量の低下を招く恐れがあり、半導体装置メーカーはこれを回避するため、様々な手段を取っている。たとえば、低α線放射パッケージ材の開発やα線保護膜の塗付などである。また、半導体装置を構成する素子構造の改良研究も盛ん

である。これとあいまって半導体装置の放射線耐量測定装置の精度向上及び多機能化が図られてきている。

たとえば、特開昭56-48146号では、照射放射線エネルギーを容易に可変設定できることを目的とし、放射線源と被測定半導体との間に異なる複数のエネルギー減衰フィルタを着脱自在に保持し、全体を真空室内に配置するようにしている。

[発明が解決しようとする問題点]

半導体装置の放射線耐量は照射された放射線スペクトル分布に依存する。従って、放射線耐量を精度良く測定するには、所望のスペクトル分布を有する放射線を半導体装置に照射する必要がある。

上記從来技術は、放射線源から放射される放射線源等有るスペクトル分布を有する放射線を、フィルタを用いてそのスペクトル分布を変えてから半導体装置に照射するものであるが、放射線源からの放射線スペクトル分布をどの様にして所望のスペクトル分布の放射線に変えるかについては述べていない。

ることを特徴とする。

[作用]

任意の所望スペクトル分布を入力手段から入力すると、合成制御手段は記憶データを合成して該所望スペクトル分布に近似できる記憶データの組合せを決定すると共に制御信号を切替手段に送出する。切替手段は、制御信号の指示により放射線源とフィルタの組合せを順次切替保持する。これにより、被測定半導体装置には前記所望スペクトル分布の放射線が照射されることになる。

[実施例]

以下、本発明の一実施例を図面を参照して説明する。なお実施例では $\alpha$ 線を対象放射線とした。

第1図は本発明の一実施例に係る半導体装置の測定装置の構成図である。第1図において、符号1は被測定半導体装置、符号2は被測定半導体装置1のソケット、符号3は駆動動作検出器、符号4は放射線検出器、符号5は放射線波高分析器、符号6は放射線スペクトル合成制御手段、符号7は印加放射線スペクトル分布入力手段、符号8はエ

本発明の目的は、半導体装置に照射する所望の放射線スペクトル分布を設定したとき、このスペクトル分布に近似するように放射線源とフィルタとの組合せを決定して放射線照射試験を行なう半導体装置の測定装置を提供することにある。

[問題点を解決するための手段]

上記目的を達成するため、本発明では、放射線源として1つあるいは異なる複数の放射線源を用意し、エネルギー減衰フィルタとしてエネルギー減衰量が異なる複数のフィルタを用意し、前記放射線源および/または前記フィルタの切替手段と、所望の放射線スペクトル分布を設定入力する入力手段と、前記各フィルタを通した後の前記各放射線源からの減衰放射線スペクトル分布群データを記憶するメモリ手段と、該メモリ手段内の記憶データを、前記入力手段から入力された所望のスペクトル分布を近似するように合成し、該合成に用いた各記憶データのスペクトル分布を有する放射線を順次被測定半導体装置に照射させる制御信号を前記切替手段に送出する合成制御手段とを設け

エネルギー減衰フィルタ切替手段、符号9は厚さ $d_1, d_2, \dots, d_p$ の異なる有機薄膜で作られたエネルギー減衰フィルタ、符号10は放射線源切替手段、符号 $R_1, R_2, \dots, R_s$ は異なる $\alpha$ 線源、符号11はスリット、符号12は真空室を示す。

先ず最初に、放射線源が1つの場合について説明する。

放射線検出器4をスリット11の真下に位置させ、放射線源からの放射線を放射線検出器4と放射線波高分析器5で検出する。そして、検出された放射線エネルギーEについてのスペクトル分布 $N_{0n}$ (nは実測点を示す添字)から、放射線スペクトル合成制御手段6により、最小二乗法を用い、次式(1)で表わされる正規分布の線形結合関数 $N_0$ (第2図(a)参照)で近似する。

$$N_0 = \sum_{n=1}^q \frac{A_{0n}}{\sigma_n \sqrt{2\pi}} \exp \left\{ -\frac{1}{2\sigma_n^2} (E - E_{0n})^2 \right\} \quad \dots (1)$$

ただし、qは線形結合される正規分布の数であり、アメリシウムの $\alpha$ 線源ではq=1、ラジウムの $\alpha$ 線源ではq=4とすると良い近似が得られる。ま

た、 $A_{0n}$ 、 $E_{0n}$ 、 $\sigma_n$ は各正規分布の線形結合係数、中心値、標準偏差を表わしている。

次に、合成制御手段6は、エネルギー減衰フィルタ9の各厚さ $d_1, d_2, \dots, d_p$ 部分で夫々減衰を受けたときの減衰放射線スペクトル分布関数 $N_1, N_2, \dots, N_p$ (第2図(b)参照)を計算する。

$\alpha$ 線など重荷電粒子は電離作用が大きく、ある物質中に侵入すると、その物質への電離作用により、重荷電粒子自身のエネルギーが減衰し、ついには消滅する。初期に重荷電粒子が持っていたエネルギーを日とし、物質中に侵入して重荷電粒子が消滅するまでに進んだ距離を飛程 $R$ とすると、一般に两者は次の第(2)式、第3図の関係にある。

$$R = f(E) \quad \dots (2)$$

エネルギー減衰フィルタは飛程 $R$ に較べてその各厚さ $d_1, d_2, \dots, d_p$ を小さくし、適当にエネルギーが減衰した重荷電粒子 $E'$ を得ようとするものである。

第4図はこれをエネルギー分布関数に適用したときの説明図であるが、初期のエネルギー分布関

$\dots, N_p$ から所望の印加放射線スペクトル分布 $N_0$ (第2図(c))を合成するための合成比 $k_1, k_2, \dots, k_p$ を計算する。

これは次式で近似できる。

$$N_0(E) = k_1 N_1(E) + k_2 N_2(E) + \dots + k_p N_p(E) \quad \dots (4)$$

さらに、適当に小さく分割したエネルギー $E_1, E_2, \dots, E_r$ 毎に(4)式をあてはめ(5)式を得る。

$$\begin{aligned} N_0(E_1) &= k_1 N_1(E_1) + k_2 N_2(E_1) + \dots + k_p N_p(E_1) + \epsilon_1 \\ N_0(E_2) &= k_1 N_1(E_2) + k_2 N_2(E_2) + \dots + k_p N_p(E_2) + \epsilon_2 \\ &\vdots &\vdots \\ N_0(E_r) &= k_1 N_1(E_r) + k_2 N_2(E_r) + \dots + k_p N_p(E_r) + \epsilon_r \end{aligned} \quad \dots (5)$$

(5)式において、 $\epsilon_1, \epsilon_2, \dots, \epsilon_r$ は各エネルギー毎の近似誤差であり、一般に最小二乗法の考え方でこれらの二乗和 $\sum \epsilon_i^2$ が最小となるように合成比 $k_1, k_2, \dots, k_p$ を決定すればよい。すなわち、 $N_0$ を目的変数、 $N_1, N_2, \dots, N_p$ を説明変数とする重回帰分析法で $k_1, k_2, \dots, k_p$ を求めることができる。ただし、偏回帰係数が負の場合はその説明変数としての減衰放射線スペクトル分布を使用しない。

数を $N_0(E)$ 、厚さ $d_1$ のエネルギー減衰フィルタ通過後の減衰エネルギー分布関数を $N_1(E)$ とすると

$$N_1(E) = N_0 \left( f^{-1}(f(E) + d_1) \right) \cdot \left\{ \frac{f'(E)}{f'(f^{-1}(f(E) + d_1))} \right\} \quad \dots \dots (3)$$

の関係がある。

すなわち、エネルギー減衰フィルタの材質やその厚さを適当に変えれば、異なる複数の減衰特性が得られ、これらに対応する減衰放射線スペクトル分布群 $N_1, N_2, \dots, N_p$ を(3)式から計算できる。例えば、合成制御手段6内のメモリに減衰フィルタ9の各厚さ部分の減衰特性を記憶させておき、波高分析器5から入力してきた測定値 $N_{0n}$ をもとに分布関数 $N_0$ を求めたとき、該分布関数 $N_0$ と前記減衰特性とにより減衰放射線スペクトル群 $N_1, N_2, \dots, N_p$ を算出する。そして、この算出結果も上記メモリに記憶させておく。

被試験半導体装置に照射する所望のスペクトル分布を入力手段7で設定すると、合成制御手段6は、上述した減衰放射線スペクトル分布群 $N_1, N_2,$

この様に合成制御手段6が合成比 $k_1, k_2, \dots, k_p$ を決定すると、フィルタ切替手段8 IC制御信号が送られ、合成比に応じた時間割合 $t_1, t_2, \dots, t_p$ (第2図(d))で対応する減衰フィルタ厚部分を切替保持する。この結果、スリット11の真下位置に置かれた半導体装置1IC、所望のスペクトル分布に近似するスペクトル分布の $\alpha$ 線が照射される。

次に、 $\alpha$ 線源を2つ用いた場合の実施例を説明する。本実施例では、 $\alpha$ 線源として市販のアメリシウム $A_m$ 及びラジウム $R_a$ の密封型 $\alpha$ 線源 $R_1, R_2$ を用い、エネルギー減衰フィルタとしては膜厚 $d_1 = 0, d_2 = 5, d_3 = 10, d_4 = 15, d_5 = 20, d_6 = 25, d_7 = 30, d_8 = 35, d_9 = 40, d_{10} = 45 \mu m$ の有機薄膜を使用する。

まず、アメリシウム $A_m$ 及びラジウム $R_a$ の $\alpha$ 線スペクトル分布 $N_{0n}$ を放射線検出器4及び放射線波高分析器5で夫々測定する。測定値 $N_{0n}$ を第5図(a)及び第6図(a)に示す。次にこれらを正規分布の線形結合関数 $N_0$ で近似する。第5図(b)及び第6図(b)は各線源 $R_1, R_2$ についての近似関数グラフで

ある。アメリシウム  $A_a$  では 1 つの正規分布、

$$N_0 = \frac{A_{01}}{\sigma_1 \sqrt{2\pi}} \exp \left\{ -\frac{(E-E_{01})^2}{2\sigma_1^2} \right\} \quad \cdots (6)$$

$$(A_{01} = 4.00, \sigma_1 = 0.20, E_{01} = 4.04)$$

で近似され、ラジウム  $R_a$  では 4 つの正規分布の線形結合、

$$N_0 = \sum_{a=1}^4 \frac{A_{0a}}{\sigma_a \sqrt{2\pi}} \exp \left\{ -\frac{(E-E_{0a})^2}{2\sigma_a^2} \right\} \quad \cdots (7)$$

$$\begin{cases} A_{01} = 1.29, A_{02} = 1.62, A_{03} = 1.20, A_{04} = 1.26 \\ \sigma_1 = 0.16, \sigma_2 = 0.17, \sigma_3 = 0.13, \sigma_4 = 0.12 \\ E_{01} = 3.85, E_{02} = 4.57, E_{03} = 5.15, E_{04} = 6.93 \end{cases}$$

で近似される。

次に、異なる厚さ  $d_1, d_2, \dots, d_{10}$  のエネルギー減衰フィルタ 9 での各線源  $R_1, R_2$  に対する減衰  $\alpha$  線スペクトル分布群を計算する。

ここで用いた有機薄膜エネルギー減衰フィルタ 9 の具体的なエネルギー  $E$  と飛程  $R$  の関係は (8) 式で与えられる。

$$R = \xi E^\eta \quad \cdots (8)$$

本実施例では、 $\xi = 3.66, \eta = 1.61$  である。

段 7 から入力する。合成制御手段 6 は、エネルギー一間隔  $\Delta E = 0.01 (\text{MeV})$  毎に  $N_0(E_j), N_1(E_j), N_2(E_j) \dots N_{10}(E_j)$  を求め、(6) 式に従い、 $N_0$  を目的変数、 $N_1, N_2, \dots, N_{10}$  を説明変数として重回帰分析を行う。もし、ここで負の偏回帰係数が得られたならば、対応する減衰  $\alpha$  線スペクトル分布を説明変数から除き再び重回帰分析を行う。こうして得られる本実施例の偏回帰係数、すなわち  $\alpha$  線スペクトル合成比  $k_i$  を第 9 図に示す。

合成制御手段 6 は、この合成比  $k_1, k_2, \dots, k_{10}$  を算出すると、制御信号を切替手段 10, 8 に送出し、該合成比  $k_i$  に比例した時間割合で対応する減衰  $\alpha$  線スペクトル分布  $N_i$  を得る  $\alpha$  線源  $R_1, R_2$  (アメリシウム  $A_a$ , ラジウム  $R_a$ ) と有機薄膜エネルギー減衰フィルタ 9 の異なる厚さ  $d_1, d_2, \dots, d_{10}$  とを選択保持する。

この結果、スリット 11 の真下位置に置かれた半導体装置 1 が受ける  $\alpha$  線のスペクトル分布  $N_a$  は、第 10 図に示すように、入力手段 7 で設定した所定のスペクトル分布  $N_a$  (第 8 図) に近似し、半導

初期のスペクトル分布関数  $N_0(E)$  を第 1 式で表わされる正規分布の線形結合関数とし、(3), (8) 式を考慮すると減衰後のスペクトル分布関数は次の (9) 式となる。

$$N_1(E) = \sum_{a=1}^{10} \frac{A_{0a}}{\sigma_a \sqrt{2\pi}} \exp \left[ -\frac{\left( \left( E^\eta + \frac{d_1}{\xi} \right)^{\frac{1}{\eta}} - E_{0a} \right)^2}{2\sigma_a^2} \right] \cdot \left( \frac{E}{\left( E^\eta + \frac{d_1}{\xi} \right)^{\frac{1}{\eta}}} \right)^{g-1} \quad \cdots (9)$$

この(9)式により、異なる厚さ  $d_1, d_2, \dots, d_{10}$  のエネルギー減衰フィルタ 9 での各線源  $R_1, R_2$  に対する減衰  $\alpha$  線スペクトル分布群は、第 7 図に示すようになる。なお、第 7 図において、減衰  $\alpha$  線スペクトル分布群を構成する 18 個の分布に付した  $N_i$  の添字  $i$  は、 $\alpha$  線源とフィルタとの組合せを示すものとする。

例えば、第 8 図に示すようなセラミック製パッケージ材から放射される  $\alpha$  線による影響を調べたい場合、該  $\alpha$  線のスペクトル分布情報  $N_a$  を入力手

体装置 1 の正確な測定データが得られる。放射線源の種類を更に多くし、各々の放射線源から得られる減衰放射線スペクトル分布群の数を増やせば、それだけ前述した説明変数の数が増えて合成スペクトル分布の近似精度がよくなり、半導体装置 1 のより精度の高いデータを得ることができる。

尚、一旦、減衰放射線スペクトル分布  $N_i$  を算出してこれをメモリ内に格納しておけば、同じ放射線源及びフィルタを使用する限りメモリ内のデータ  $N_i$  を用いることができ、測定毎にデータ  $N_i$  を算出する必要がないことはいうまでもない。また、実施例においては  $\alpha$  線を対象放射線としたが、本発明は他の放射線にも同様の考え方が適用でき、パッケージ材から放出される  $\alpha$  線のみならず、原子炉施設、航空機、ロケット、宇宙施設など種々の放射線被曝環境を想定した半導体装置の放射線耐量評価に適用できることともいうまでもない。

#### [発明の効果]

以上述べたように、本発明によれば、種々異なる任意の印加放射線スペクトル分布  $N_a$  と相似な合

成放射線スペクトル分布 $N$ を合理的に得ることが可能、半導体装置の幅広い使用状況に対応できる汎用性の高い放射線誤動作測定装置を得ることができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例に係る半導体装置の測定装置の構成図、第2図(a)、(b)、(c)、(d)は放射線スペクトル分布の合成手順を示す概念図、第3図はエネルギー減衰フィルタ特性図、第4図は放射線スペクトル分布推移図、第5図(a)及び第6図(a)はアメリシウム $A$ 及びラジウム $R$ の $\alpha$ 線スペクトル分布測定データグラフ、第5図(b)及び第6図(b)はアメリシウム $A$ 及びラジウム $R$ の $\alpha$ 線スペクトル分布の近似関数グラフ、第7図は減衰 $\alpha$ 線スペクトル分布群説明図、第8図は印加 $\alpha$ 線スペクトル分布図、第9図は $\alpha$ 線スペクトル分布合成比のグラフ、第10図は合成 $\alpha$ 線スペクトル分布図である。

1 … 被測定半導体装置

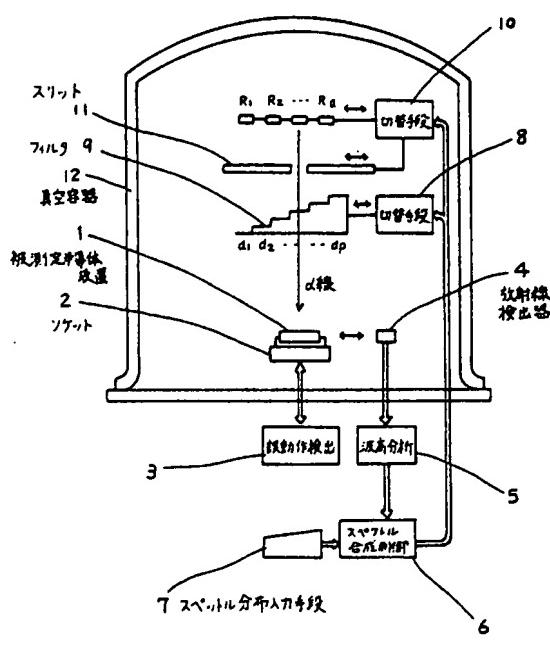
4 … 放射線検出器

- 5 … 放射線波高分析器
- 6 … 放射線スペクトル合成制御手段
- 7 … 印加放射線スペクトル分布入力手段
- 8 … エネルギー減衰フィルタ切替手段
- 9 … エネルギー減衰フィルタ
- 10 … 放射線源切替手段

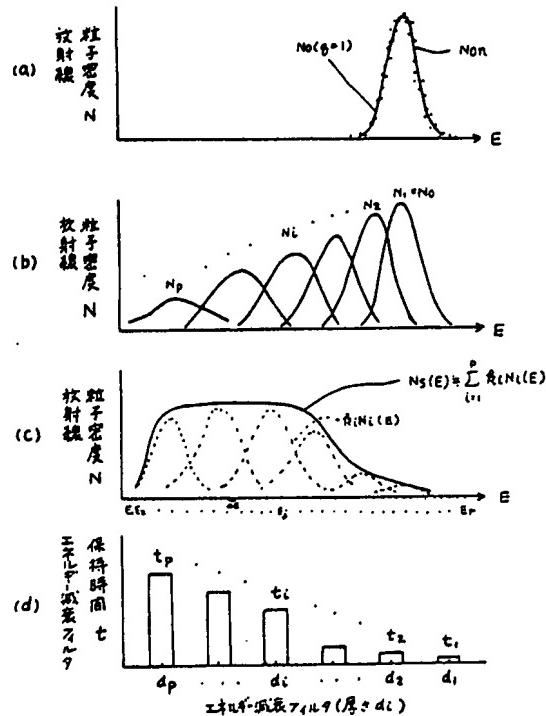
$R_1, R_2, \dots, R_n \dots \alpha$ 線源。

代理人弁理士 小川勝男

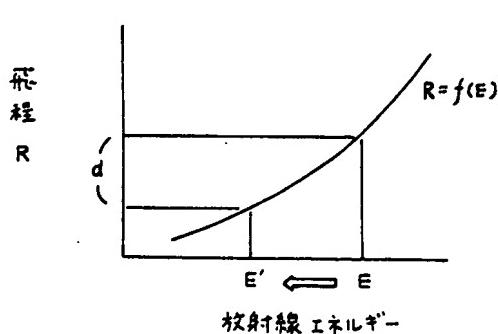
第1図



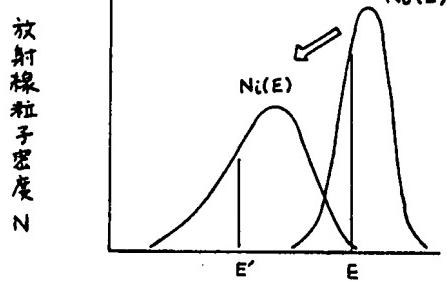
第2図



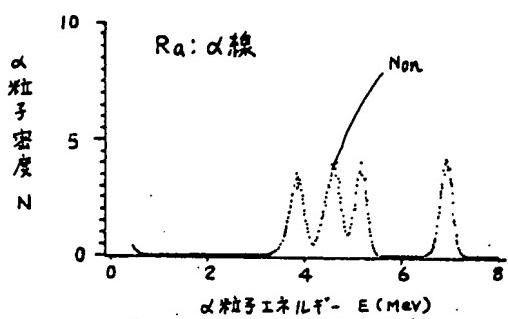
第3図



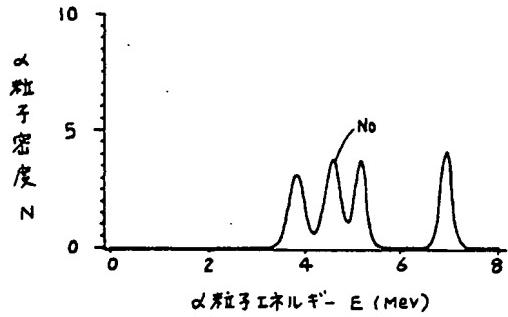
第4図



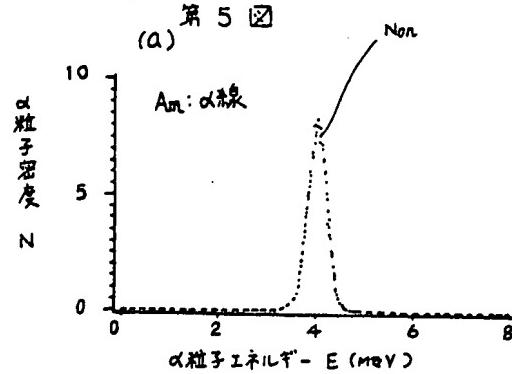
(a) 第6図



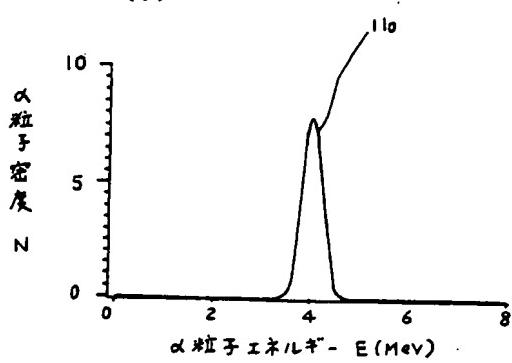
(b)



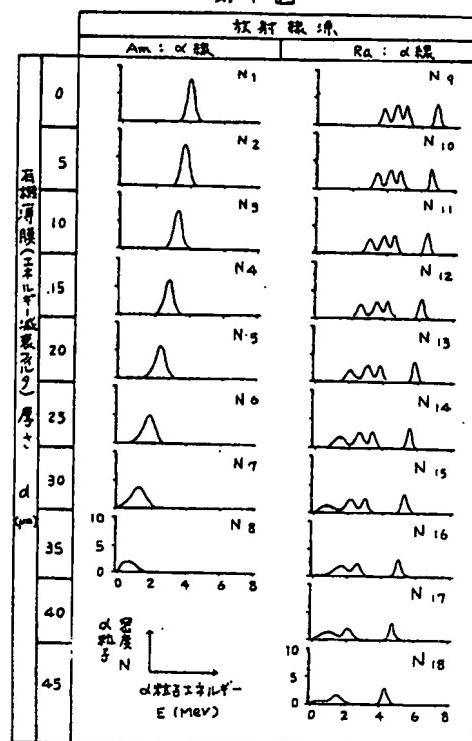
第5図



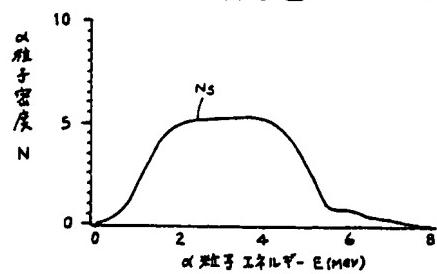
(b)



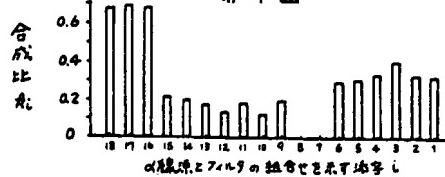
第7図



第8図



第9図



第10図

